

ICS 07.060

CCS A 47

T



团 体 标 准

T/SIE 14—2025

低空飞行气象监测系统验收规范

Acceptance specification for meteorological monitoring systems of low-altitude flight

2025-11-23 发布

2025-11-23 实施

四川省电子学会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 基本规定	4
5 气象点验收	6
6 硬件技术要求验收	7
7 软件技术要求验收	7
8 测试方法	9
附录 A（资料性） 系统验收报告模版	10
附录 B（资料性） 质量检查报告模版	11
附录 C（资料性） 系统完结报告模版	12
附录 D（资料性） 责令整改通知书模版	13
附录 E（资料性） 整改报告	14
参考文献	15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020 标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则 的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由安徽安光环境科技有限公司提出。

本文件由四川省电子学会归口。

本文件起草单位：中国测试技术研究院、安徽安光环境科技有限公司、成都产品质量检验研究院有限责任公司、安徽蓝科信息科技有限公司、西南交通大学、四川成渝高速公路股份有限公司、国家传感器质量监督检验中心、四川省气象局、上海市建筑科学研究院有限公司、四川挚诚质科技有限公司、四川省低空经济产业发展有限公司、四川天路科技有限公司、自贡数据有限公司、四川蜀交低空经济产业发展有限公司、四川省经济发展促进会低空经济委员会、国家移动互联网软件产品质量检验检测中心(四川)、自贡市气象局、航天规划设计集团西南分公司。

本文件主要起草人：袁贵红、徐学哲、郭文胜、曹江萍、朱旻昊、李福海、汪洋、吕用洋、赵春波、朱建国、郑美、张中元、高明星、魏愚、李铭、傅敬伟、胡丹、江瑜、朱敏、刘铭威、唐裕沛、卢科、李涛、徐远、罗虎、滕非洋、赵聆竹、孙宇、夏庚培、祁生秀、谢晓林、林强、郑昊、刘自牧、陶丽、杨若欧、胡春、罗宇昂、龙柯吉、刘平、胡迪、黄帆、郭牧、潘蕾、潘小红、龙志宇、严智、韩名亮、汤坤、任志南、叶茂、赖东寅、张琳琳、罗友平、翁建平、李阳春、李国忠、姜涛、陈彦兵、廖金涛、温佳林、周松、刘宏瑞、唐荣位、罗海波、张世国、杨铁龙。

引 言

为适应低空经济快速发展对精细化气象服务的迫切需求,规范低空飞行器气象监测系统的建设与验收工作,解决当前低空气象监测领域缺乏专项技术标准、系统验收依据不统一、质量管理体系不完善等问题,在气象建设项目竣工验收规范(QX/T31—2018)基础上建立统一、科学的验收依据,提升低空气象监测系统的可靠性、兼容性和业务适用性,保障低空飞行安全,促进低空产业健康有序发展。

全国团体标准信息平台

低空飞行气象监测系统验收规范

1 范围

本文件规定了低空飞行气象监测系统验收基本规定、气象点验收、硬件技术要求验收、软件技术要求验收、测试方法。

本文件适合于低空飞行气象监测系统验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25000.51—2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第51部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

GB/T 29831.3—2013 系统与软件功能性测试方法

GB/T 35221—2017 地面气象观测规范总则

GB 50339—2013 智能建筑工程质量验收规范

QX/T 516—2019 气象数据集说明文档格式

QX/T 685—2023 国家基本气象站选址技术要求

T/AHEPI 0014—2023 采用气象要素的环境监测技术规范

T/AOPA 0086—2025 低空飞行器起降点气象监测系统建设要求与软件质量模型

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低空飞行 low-altitude flight

飞行高度在3000米（含）以下的航空器飞行活动。

3.2

低空飞行器气象监测系统 low-altitude aircraft meteorological monitoring system

低空飞行器气象监测系统是指专门用于实时探测、收集、处理与低空飞行活动相关的大气环境信息的综合性监测体系

注：本文件将低空飞行器气象监测系统简称为“系统”。

3.3

气象点 (Meteorological Point/Weather Point)

在特定地理区域内，为采集、处理或提供气象要素数据而设置的气象监测网络的基本节点。

注：气象点通常配备有各类传感器和通信设备，用于实时监测、传输一组或多组局地气象参数，是构成气象监测网络的基本系统。

4 基本规定

4.1 一般规定

低空飞行气象监测系统工程验收需建立覆盖“前端感知+后端平台”全链路的质量管理体系，明确施工技术标准、质量检验制度及综合评定考核机制，建设单位需全程核查承包单位与监理单位的质量管理体系运行有效性。

4.1.1 设备与软件进场检验

前端感知系统所用传感器（风向、风速、气温、湿度等）、数据采集器、通信模块，及后端软件平台的基础架构（服务器、数据库）、功能模块（数据处理、分析预报等），需经承包单位自检、监理单位复检，出具包含设备规格型号、性能参数、软件版本的书面检验记录。

4.1.2 工序质量控制

前端感知系统施工（传感器安装、线缆敷设、接地装置部署等）需按设计文件校准安装精度、测试通信链路稳定性；后端软件平台部署（环境搭建、模块集成、接口调试等）需逐模块验证功能完整性。每道工序完成后承包单位需形成测试报告，涉及专业接口（如前端与后端的数据传输接口）的工序，需经监理工程师签字确认后方可进入下一环节。

4.1.3 隐蔽工程验收

前端感知系统的线缆埋地敷设、接地极焊接等隐蔽工程，覆盖前需留存影像资料（含施工位置、工艺细节），并按国家规范及本文件完成监理单位验收，签署隐蔽工程验收记录，未验收合格不得隐蔽。

4.2 系统质量验收单元的划分

基于“前端感知+后端平台”的系统架构，验收单元应划分为气象点位、硬件技术参数、软件技术要求、测试方法验收单元。

4.3 系统质量验收内容和要求

4.3.1 气象点位质量验收合格，应同时满足下列规定。

- a) 系统气象点位的选址质量经检验全部合格。
- b) 相关的隐蔽工程必须具备完整的质量检验记录，重要数据必须具备完整的监测记录。

4.3.2 硬件技术参数质量验收合格，应同时满足下列规定。

- a) 该单元所包含的所有监测参数，均已满足设计要求。
- b) 该单元所包含的所有监测参数质量控制资料，完整、真实、有效。
- c) 一般项目的质量经检验必须全部合格。对于其中有允许偏差的抽查点，除非另有专门要求，实测值应符合中国气象局气象装备许可误差，所有不合格点不应集中出现，且不得存在影响飞行安全或使用功能的严重缺陷。

4.3.3 软件技术质量验收合格，应同时满足下列规定。

- a) 该单元所包含的所有功能模块，均已满足设计要求。
- b) 该单元所包含的所有功能模块质量控制资料，完整、真实、有效。

4.3.4 测试方法应满足以下规定。

- a) 该单元所包含的所有测试方法，均已满足设计要求。
- b) 该单元所包含的所有测试方法结果质量控制资料，完整、真实、有效。

4.4 系统质量验收的程序和组织

4.4.1 系统新建、改建、扩建系统维护后，气象监测系统工程质量验收，除应符合本文件规定外，还应按照被批准的设计图纸、合同约定内容和相关技术标准的规定。

4.4.2 系统在施工过程中，监理(建设)单位应进行检查，隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理(建设)单位进行验收，在验收合格后应及时填写隐蔽验收记录。

4.4.3 低空气象监测系统性能验收前应连续试运行7天，并将暴露缺陷进行整改完成后申请。

4.4.4 系统性能应根据不同用途、不同要求按相应的技术标准规定进行检测，应取得合格的检测报告后实施验收。

4.4.5 系统性能的检测评价机构，应具有相应检测资质。

4.4.6 系统建设完工后，建设单位对工程进行质量检查，确认符合设计文件及合同要求后，填写系统验收报告（附录A），并经项目经理单位负责人签字。

4.4.7 监理单位收到系统验收报告（附录A）后，应全面审查建设单位的验收资料，整理监理资料，对系统进行质量评估，提交质量检查报告（附录B），该报告应经总监及监理单位负责人审核、签字。

4.4.8 设计单位对设计文件及施工过程中由设计单位签署的设计变更通知书进行检查，并提出书面质量检查报告（附录B），该报告应经项目负责人及单位负责人审核、签字。

- 4.4.9 建设单位组织监理、设计、建设等单位对工程质量进行初步检查验收。各方对存在问题提出整改意见，施工单位整改完成后填写整改报告，监理单位及监督小组核实整改情况。初验合格后，由施工单位向建设单位提交系统完结报告（附录 C）。
- 4.4.10 建设单位收到系统完结报告（附录 C）后，组织设计、建设、监理等单位有关人员成立验收组，验收组成员应有相应资格，系统规模较大或是较复杂的应编制验收方案。
- 4.4.11 施工单位提前 7 天将完整的工程技术资料交质监部门检查。
- 4.4.12 建设单位主持竣工验收会议，组织验收各方对工程质量进行检查。如有质量问题提出整改意见。
- 4.4.13 监督部门监督人员到工地现场对工程竣工验收的组织形式、验收程序、执行验收标准等情况进行现场监督。
- 4.4.14 建设单位按验收意见进行整改。
- 4.4.15 建设单位按照验收各方提出的整改意见及责令整改通知书（附录 D）进行整改，整改完毕后，写出整改报告（附录 E），对重要的整改内容，监督人员参加复查。
- 4.4.16 系统完工后，建设单位向业主单位提交系统完结报告，申请系统验收，由具备 CMA 资质的第三方检测机构参与数据比对验证。实行监理的系统工程，系统工程竣工报告必须经总监理工程师签署意见。
- 4.4.17 建设单位收到工系统完结报告后，对符合完结验收要求的工程，组织设计、施工、监理等单位和其他有关方面的专家组成验收组，制定验收方案。
- 4.4.18 建设单位应在工程竣工验收 7 个工作日前将验收的时间、地点及验收组名单通知负责监督该工程的工程监督机构。

5 气象点验收

5.1 气象点点位分类

根据功能定位、应用场景和保障能力等，低空气象点分为 A 类气象点、B 类气象点、C 类气象点和其他气象点。

- A 类气象点：服务于跨区域（省、地级市及县/区/市）间的公共空中交通低空飞行气象系统。
- B 类气象点：服务于县（区、市）主要功能区（中央商务区、火车站、港口、高速服务区、码头及工业园区）以及乡镇、街道的公共空中交通的低空飞行气象系统。
- C 类气象点：服务于社区、行政村的公共空中交通低空飞行气象系统。
- 其他气象点：作为为城市空中交通体系（Urban Air Mobility, UAM）独立站点的低空飞行气象系统。

5.2 A 类气象点

作为 UAM 体系的骨干节点，主要服务于低空客货运输，布设宜具备下列特征。

- a) 服务于跨区域（省、地级市及县/区/市）间的公共空中交通。
- b) 低空客货运输业务量较大。
- c) 满足大中型 VCA 及以下机型起降停放需求。
- d) 宜与通用机场、飞行营地同步规划实施，实现设施设备共用。

5.3 B 类气象点

作为 UAM 体系的重要节点，布设宜具备下列特征。

- a) 服务于县（区、市）主要功能区（中央商务区、火车站、港口、高速服务区、码头及工业园区）以及乡镇、街道的公共空中交通。
- b) 低空客货运业务量适中。
- c) 满足大型及以下无人航空器起降、航线气象保障。

5.4 C 类气象点

作为为 UAM 体系的一般节点，布设宜具备下列特征。

- a) 服务于社区、行政村的公共空中交通。
- b) 具有货运需求。

c) 满足中型无人航空器及以下机型起降气象需求。

5.5 其他气象点

作为UAM体系独立站点，布设宜具备下列特征。

- a) 独立站点、为气象组网数据补全。
- b) 满足特殊复杂地域环境气象数据监测。

6 硬件技术要求验收

6.1 监测气象实例

系统应监测的气象要素应包括地面和低空部分，其中地面气象要素包括应风向、风速、气温、湿度、气压、天气现象、能见度、大气电场和雨强；低空气象要素包括风向、风速、气温、湿度、云高。

6.2 技术参数

系统监测数据技术参数应符合T/AOPA 0086—2025中5.1.2的要求。

A类气象点气象监测实例应包含：地面（风向、风速、气温、湿度、气压、天气现象、能见度、地面状态、大气电场和雨强）；低空（风向、风速、气温、湿度、云高）。

B类气象点气象监测实例应包含：地面（风向、风速、气温、湿度、气压、天气现象、能见度、地面状态、大气电场和雨强）；低空（风向、风速、气温）。

C类气象点监测实例应包含：地面（风向、风速、能见度、大气电场和雨强）；低空（风向、风速、气温、湿度、云高）。

其他气象点监测实例应包含：地面（风向、风速、气温、湿度、气压、天气现象、能见度、大气电场和雨强）。

6.3 布设位置

系统布设位置应符合QX/T 685—2023中第4章的要求。

6.4 施工条件

系统施工条件应符合GB/T 35221—2017中5.3的要求。

6.5 环境要求

系统环境要求应符合T/AHEPI0014—2023中3.3的要求。

7 软件技术要求验收

7.1 通用功能

7.1.1 数据接入与处理模块

7.1.1.1 应具备接入并整合来自低空监测多源数据融合接入功能。

7.1.1.2 应具备实时监控组网内所有监测设备的运行状态、数据质量和地理位置，提供故障告警功能。

7.1.1.3 应具备对接入的异构数据进行解码、标准化格式、质量控制和偏差校正，形成统一、高质量的数据集功能。

7.1.2 气象分析与预报模块

7.1.2.1 应具备基于实时监测数据，利用算法生成指定区域的高分辨率、三维立体风温湿等气象要素场功能。

7.1.2.2 应具备构建与物理世界同步或预报的虚拟低空气象环境，实现气象条件的可视化、可计算和可模拟功能。

7.1.2.3 应具备提供未来 0h-2h、公里级甚至米级分辨率的精细化预报，特别是对危及低空飞行安全的强对流天气进行识别和预警功能。

7.1.2.4 应具备提供未来 24h-72h 的低空气象要素格点化预报产品功能。

7.1.3 风险评估与决策分析模块

7.1.3.1 应具备根据实时监测和预报数据，自动化评估指定航线的综合气象风险，给出“适航”、“条件适航”或“不适航”的结论及依据功能。

7.1.3.2 应具备结合飞行计划，提供沿特定飞行航迹在未来时间维度上的气象条件预测，为航迹优化提供支撑功能。

7.1.3.3 应具备分析恶劣天气对当前及计划飞行任务的影响范围与程度，为低空管控部门提供流量管理、空域释放、航线调整等决策建议功能。

7.1.3.4 应具备支持对历史气象情景和飞行案例进行查询、回放和分析，用于事故调查、训练和研究功能。

7.1.4 可视化报警模块

7.1.4.1 应具备在电子地图上叠加显示实时监测数据、预报产品、告警区域、飞行航线、三维流场等，实现低空气象环境的全方位、立体化呈现功能。

7.1.4.2 应具备集成各类监测和预报告警信息，通过地图闪烁、声音、弹窗及短信或 APP 推送等方式，及时向管制员和飞行员发布风险信息功能。

7.1.4.3 应具备为无人机机场等提供专门的告警服务功能。

7.1.5 系统集成与定制模块

7.1.5.1 应具备提供标准化数据和服务的接口，支撑与飞行审批系统、无人机运营管理系统、空中交通管制系统等进行数据共享和业务集成功能。

7.1.5.2 应具备针对城市物流、载人交通、应急救援、农林植保等典型应用场景，提供定制化的气象服务门户或功能界面功能。

7.1.5.3 应具备可按用户需求（如区域、时段、要素）自动生成标准或定制化的气象分析、预报和评估报告功能。

7.1.6 平台管理模块

7.1.6.1 应具备对不同角色用户进行严格的权限控制和功能分配功能。

7.1.6.2 应具备监控平台自身各项服务、数据库、计算资源的运行状态，保障平台稳定可靠性功能。

7.2 统一数据接入协议

7.2.1 气象监测系统应具备对气象设备定义统一的数据接入协议，包括并不限于 TCP/IP（传输控制协议/网际协议）、UDP（用户数据报协议）、MQTT 等协议（消息队列遥测传输协议）。

7.2.2 气象监测系统应具备数据接入认证功能，支持传输链路加密功能。

7.3 统一数据汇聚

7.3.1 气象监测系统接入数据必需包括起降场气象设备（传感器）数据。

7.3.2 气象监测系统保持一定的可扩展性，对地海空天相关气象设备（传感器）数据、互联网数据也支持接入。

7.4 统一数据存储与治理

7.4.1 气象监测系统具有存储气象信息和气象资料的功能，存储气象信息或资料的具体内容、具体时间和格式应符合参考文献[10]的规定。

7.4.2 气象监测系统具有标准的数据治理过程，如数据目录、数据资产预览、数据资产变化情况等功能。

7.5 统一数据共享服务

7.5.1 A 类、B 类、C 类气象信息系统应具有以下信息服务的功能：

——向上级平台/部门提供气象信息；

——向民航运行管理部门提供气象信息；

——向场景应用单位提供气象信息。

7.5.2 气象监测系统向相关单位提供基本气象信息的内容、格式、时间、通讯方式应符合 QX/T 516—2019 中 5.3 的要求。

7.5.3 气象监测系统共享接口具备认证功能。

7.5.4 气象监测系统共享链路具备安全加密功能。

7.6 统一信息发布服务

7.6.1 气象监测系统应该具备向相关单位气象发布平台提供信息编排与发布功能。

7.6.2 气象监测系统应该具备向互联网平台提供信息编排与发布功能。

7.7 系统安全

7.7.1 系统应设置网络访问控制，以保证重要信息免受外界侵害。

7.7.2 系统的数据库服务器和应用服务器应单独分配虚拟局域网，路由器和交换机应配置访问控制列表，以保证气象信息系统的信息安全。

7.7.3 系统应具备有防病毒、防间谍软件、防垃圾邮件、防诱骗、防黑客攻击等安全保护功能。

7.7.4 系统应使用网络管理软件，建立详细的用户信息列表、服务器登陆日志、内部用户非法活动日志等，以实现气象信息系统的网络安全管理。

7.8 系统性能

7.8.1 系统的服务器操作系统应具备安全性、可靠性和便捷性。

7.8.2 系统的服务器操作系统应能够对系统软件和硬件的出错情况进行适当的处理，以保护系统安全及信息完整。

7.8.3 系统的服务器操作系统应能够提供完全开放的网络应用层，支持 TCP/IP 及其他多种协议，应具备与不同机型、不同操作系统的互连能力。

7.8.4 系统数据库管理软件应具备兼容性、快速性和恢复性。

7.8.5 系统的数据库应与气象服务机构的其他系统的数据库兼容。

7.8.6 系统的数据库应该具有对数据的输入、输出快速而准确的响应能力。

7.8.7 系统的应用软件应具备开放性、扩展性，能够支持系统连续而正常的运行。

7.8.8 系统的应用软件系统应能够提供磁盘容错和备份支持，以提高气象信息系统的容错能力和可靠性。

8 测试方法

8.1.1 基本方法

系统设备符合性及相关性能要求应满足 GB 50339—2013 中的第 4、7、8、9 章的要求。

8.1.2 功能测试

应满足 GB/T 25000.51—2016 中 5.3.1 的要求。

8.1.3 性能测试

应满足 GB/T 25000.51—2016 中 5.3.2 的要求。

8.1.4 安全性测试

应符合 GB/T 29831.3—2013 中第 9 章的要求。

8.1.5 兼容性测试

应满足 GB/T 25000.51—2016 中 5.3.3 的要求。

兼容性应符合系统与主流操作系统、浏览器、数据库系统及相关低空飞行管理平台的兼容性，确保系统能够正常集成与协同工作。

附录 A
(资料性)
系统验收报告模版

系统名称:

文件编号:

检验方式:

序号	检测项目	检验内容	检验结果
1			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
系统功能检验结果		<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合	
2			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
			<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合
系统功能检验结果		<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合	
有更多项目应补充表格			

承建单位 (签章)

监理单位 (签章)

建设单位 (签章)

代表人: _____

代表人: _____

代表人: _____

时间: _____

时间: _____

时间: _____

附 录 B
(资料性)
质量检查报告模版

编号:

被检查部门: _____ 检测部门: _____ 检测日期: _____

检 测 标 准	
检 测 方 式	
主 要 问 题	
处 理 意 见	
领 导 审 批	
备 注	

检测人_____ 核查人_____ 报告日期_____

附录 C
(资料性)
系统完结报告模版

系统名称		合同编号	
立项日期		项目编号	
项目负责人		甲方联系人	
项目完成质量符合程度			
速度与计划的符合程度			
费用与计划的符合程度			

附录 D
(资料性)
责令整改通知书模版

(整改通知内容)		
整改情况		
整改意见	整改要求	项目负责人(签章) 年 月 日
	整改意见	项目负责人(签章) 年 月 日
备注		

附录 E
(资料性)
整改报告

整改类型		整改单位	
整改期限		整改通知书编号	
已 整 改 内 容	<p style="text-align: right;">项目经理签名：_____ 年 月 日</p>		
监理单位意见	<p style="text-align: right;">项目总监签名（注册章）_____ 年 月 日</p>		
监督组复查意见	<p style="text-align: right;">监督员签名_____ 年 月 日</p>		

参 考 文 献

- [1] GB 31221—2014 气象探测环境保护规范地面气象观测站
 - [2] GB/T 33703—2017 自动气象站观测规范
 - [3] GB/T 35224—2017 地面气象观测规范天气现象
 - [4] GB/T 35227—2017 地面气象观测规范风向和风速
 - [5] AP-117-TM-2012-05 民用航空气象信息系统技术规范
 - [6] AP-117-TM-2018-03R1 民用航空自动气象观测系统技术规范
 - [7] QX/T 31—2018 气象建设项目竣工验收规范
 - [8] QX/T 687—2023 激光测风雷达观测规范
 - [9] T/CMSA0056—2025 低空经济气象基础设施建设总体要求
 - [10] 中国气象局. 气象数据管理办法（试行）. 2020年10月10日印发.
 - [11] GB/T 15532—2008 计算机软件测试规范
 - [12] GB/T 25000.10—2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第10部分：系统与软件质量模型
-